

**PROCEDE D'EVALUATION A DES FINS DE CONTROLE DES
CONSEQUENCES D'UN IMPACT SUR UNE PIECE EN MATERIAU COMPOSITE
STRUCTURALE**

La présente invention se rapporte à la détection d'impacts sur des pièces structurales constituées d'un matériau composite.

Les matériaux composites constitués de fibres ou filaments minéraux ou organiques, synthétiques ou naturels liés entre eux par une matrice de polymères organiques, sont des matériaux qui ont d'excellentes propriétés mécaniques statiques et dynamiques (résistance à la fatigue) pour une densité faible.

Les pièces dites structurales qui doivent concilier propriétés mécaniques optimales et faible masse, sont celles qui exploitent le mieux possible l'intérêt de ces matériaux, et doivent être définies au plus juste.

Toutefois, les matériaux composites restent fragiles, ils sont en particulier sensibles aux chocs (ou impacts), qui produisent des délaminages et des pertes d'intégrité des matériaux, du fait de leur complexité résultant de l'empilement de couches de matières différentes et de leur faible allongement à rupture de l'ordre de 1%.

Leur utilisation en milieu industriel demande donc des précautions particulières, ou des sur-dimensionnements qui leur font perdre une partie de leur intérêt.

Le but de l'invention est d'assurer de façon passive un suivi permanent des pièces en matériau composite durant toute leur vie, depuis leur fabrication

jusqu'à leur retrait d'utilisation, de façon à ce qu'on puisse être assuré qu'elles ont en permanence leur intégrité et sont donc en état de remplir leur fonction.

Plus précisément, l'invention s'intéresse à la détection d'impacts résultant de chocs dits « basse énergie ». Cette famille de chocs concerne les
5 petits chocs de la vie courante, tels ceux engendrés par la chute d'un outil : les vitesses sont alors de l'ordre du m/s, et les énergies mises en jeu de l'ordre de la dizaine de Joules.

Lors des chocs « basse énergie », les phénomènes mis en jeu s'interprètent mécaniquement comme une sollicitation mécanique classique :
10 on considère que le matériau subit une force de compression qui se traduit par l'apparition d'un état de contrainte triaxial dans le matériau. Selon le niveau de cet état de contrainte, il y a rupture ou simple déformation, réversible, du matériau.

Il faut par ailleurs noter que les contraintes dues aux chocs se
15 superposent aux contraintes initiales dans le matériau, elles même dépendant de la géométrie de la pièce concernée et de la façon dont elle est sollicitée, si bien qu'un même choc n'induit pas forcément la même détérioration de matériau, de même d'ailleurs qu'à même énergie, des chocs pourront avoir des effets différents selon la forme de l'objet générateur de l'impact.

20 La détection de ce type de choc est communément pratiquée sur les matériaux composites.

Suivant une première approche appliquée sur les pièces en matériau composite en général, notamment les pièces destinées aux avions, on se base, selon une procédure dite BVID (Barely Visible Impact Damage), sur un seuil de
25 profondeur d'empreinte due à un choc détectable fixé à 0,3 mm environ lorsque l'état de surface est uniforme, au delà duquel la pièce est considérée comme défectueuse.

Cette approche présente évidemment l'inconvénient que l'on ne peut pas exploiter toutes les caractéristiques des matériaux composites car un
30 abatement doit être pris pour tenir compte du BVID, conduisant à la fabrication des pièces à un surdimensionnement de sécurité.

La présente invention ne vise pas ce type de pièces, mais plus précisément des pièces structurales en matériau composite présentant le meilleur rapport propriétés mécaniques/masse, c'est-à-dire des pièces dimensionnées au plus juste et dont la marge de sécurité est réduite.

- 5 C'est le cas par exemple dans le domaine des lanceurs des réservoirs sous pression en matériau composite, utilisés soit pour pressuriser les moteurs, soit pour contenir les ergols, soit comme réserve de gaz ou de liquides, soit comme enveloppe des propulseurs à poudre.

Ces réservoirs sont en général constitués d'une « peau interne » plus
10 communément appelée liner, sur laquelle est bobinée une fibre préimpregnée de résine.

Les fibres sont en carbone, verre, Kevlar, la résine est époxyde, polyester, etc.

Le liner sert en principe à étancher le réservoir, il peut avoir d'autres
15 fonctions comme celle d'isolant thermique pour une enveloppe de propulseur à poudre.

Du fait de leur utilisation spatiale, ces réservoirs sont conçus de façon optimale, quasiment sans marge, la pression d'éclatement étant seulement 1,5 fois la pression de service, si bien que toute détérioration du matériau
20 composite peut avoir des conséquences catastrophiques. On conçoit donc qu'il est très important de pouvoir garantir au moment de leur utilisation que ces réservoirs sont structuralement indemnes, et qu'en particulier ils n'ont pas subi de chocs non détectés.

A ce jour, il n'est pas possible d'apporter la garantie que les réservoirs
25 de ce type n'ont pas subi avant leur utilisation d'impact d'énergie trop forte.

En effet, s'il existe bien par ailleurs, suivant une seconde approche de détection, des méthodes de révélation de chocs, notamment des chocs « basse énergie », ces méthodes sont soit inappropriées, soit insuffisantes.

En effet, ces méthodes connues de révélation de chocs se divisent en
30 deux catégories, à savoir des méthodes analysant le matériau dans sa masse et des méthodes analysant le matériau en surface.

Les premières sont certes intéressantes mais utilisent des techniques complexes telles que l'émission acoustique ou à base de fibres optiques qui sont encore au stade du laboratoire et nécessitent des moyens de traitement du signal complexes et volumineux peu adaptés à l'accompagnement des
5 pièces durant leur vie.

La seconde catégorie utilise des revêtements qu'il s'agit ensuite d'analyser, notamment par examen visuel.

Le principe de ces méthodes à examen visuel est bien connu. Il est défini par exemple dans les documents GB 2 194 062 et FR 2 663 122.

10 Suivant ce principe, des microcapsules remplies d'un produit se rompent quand elles sont soumises à un certain niveau de pression. Ces produits sont de préférence fluorescents –comme un ressuage- et l'examen des pièces à la recherche de traces de choc doit se faire avec une lumière Ultra Violette.

Cette recherche des défauts compliquée, complétée du fait qu'il faut
15 que les produits utilisés soient insensibles et stables dans une large fourchette de température et d'hygrométrie avant et après détection, font que ces méthodes n'ont pas été utilisées jusqu'à ce jour.

Un autre point, essentiel, qu'il faut souligner est que ce principe de détection n'aboutit qu'à une détection qualitative des chocs et nullement à
20 une détection quantitative.

En effet, une telle détection donne seulement l'indication qu'une pression d'une certaine valeur a été exercée à la surface du matériau examiné mais aucune indication sur l'ampleur des éventuels désordres structuraux provoqués dans les sous-couches de la zone impactée.

25 L'invention propose un procédé de détection du type à examen visuel mais qui permette de lier de façon quantitative les chocs et ce qui est observé, c'est-à-dire de corrélérer l'énergie des chocs et l'endommagement du matériau impacté.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé d'évaluation à des fins
30 de contrôle des conséquences d'un impact sur une pièce en matériau composite structurale, notamment d'un impact à faible vitesse et à faible énergie, dans lequel on revêt la pièce à surveiller d'un film du type à

changement de couleur sous l'effet d'une pression et dont l'intensité de la couleur obtenue sous un impact est directement reliée à l'énergie du choc reçu, caractérisé en ce qu'avant application du film sur la pièce :

- 5 - on étalonne le film par essais d'impact sur des pièces témoins identiques à ladite pièce, ou des éprouvettes représentatives de cette dernière, revêtues dudit film, afin d'établir une relation entre l'énergie du choc et la modification d'aspect du film,
- 10 - on expertise les zones des pièces témoins ou éprouvettes ainsi impactées par un moyen de qualification approprié du type à rayons X, à ultrasons ou autre, afin de corréliser lesdites modifications d'aspect et la nature et l'étendue des éventuels désordres structuraux des couches sous-jacentes de la zone impactée,
- 15 - et on établit une échelle de correspondances permettant de qualifier à volonté un aspect déterminé comme seuil limite d'acceptation de la pièce considérée.

Une pièce structurale en matériau composite ainsi revêtue dudit film peut être suivie de manière permanente, depuis sa fabrication jusqu'à son utilisation ou son retrait d'utilisation, par un simple examen visuel pouvant être effectué à tout moment. Si au cours d'un tel examen, la pièce révèle un impact dont l'aspect correspond sur ladite échelle de correspondances à un niveau égal ou supérieur à celui défini comme seuil limite, la pièce sera mise hors service comme étant affectée d'un endommagement interne la rendant impropre à sa fonction.

25 Le film utilisable conformément à l'invention est une structure du type constituée d'un complexe souple comprenant une matrice dans laquelle sont noyées des micro capsules ou analogues qui se brisent sous l'effet d'une contrainte, libérant ainsi les produits qu'elles renferment et qui ont des propriétés optiques différentes selon qu'elles sont encapsulées ou libérées
30 dans la matrice. Les coques des micro capsules peuvent être sensibles à des contraintes d'intensités différentes. La matrice est en général une résine, le

produit au final étant soit une peinture, soit un film à coller sur la pièce à surveiller.

Une structure particulièrement recommandée pour la mise en œuvre du procédé de l'invention est constituée par le film commercialisé sous la
5 dénomination commerciale PRESSUREX® par la Société Sensor Products, Inc., East Hannover NJ, Etats Unis d'Amérique.

Ce film est constitué d'un sandwich formé de deux films polyester minces entre lesquels sont disposées une couche de micro-capsule et une couche d'un révélateur de couleur, lesdites micro capsules étant susceptibles
10 de se rompre sous l'effet d'une pression calibrée et de colorer la couche révélatrice sous jacente, l'intensité de la couleur obtenue étant directement reliée au quantum d'énergie de pression exprimée en Joule, qui a été appliquée sur le film.

D'autres types de film révélateur de choc selon le même principe et
15 incorporant des micro-sphères, micro-tubes ou autres, susceptibles de se rompre sous la pression et d'engendrer en conséquence une modification de couleur peuvent bien entendu être également utilisés.

Conformément à l'invention et en se référant aux figures 1 à 3 des dessins annexés, on va tout d'abord étalonner le film par des essais d'impact.
20 A cet effet, on réalise, de préférence et si possible sur des pièces témoins identiques à la pièce à surveiller mais plus généralement sur des éprouvettes calibrées représentatives de la pièce, des essais d'impacts calibrés à différents niveaux d'énergie en sorte d'établir en correspondance à ces divers niveaux d'énergie appliqués une échelle d'aspects visuels observés après chaque essai,
25 à savoir une gradation d'intensité de couleur de l'empreinte puisque l'intensité de couleur est l'image du quantum d'énergie appliquée lors du choc.

La figure 1 illustre une empreinte réalisée sur un film PRESSUREX® du type « high » conçu pour la plage de pression 500-1300 bars, placé sur une éprouvette de 100mm X 150mm de surface et de 2mm d'épaisseur,
30 constituée d'un certain nombre de plis drapés de matériau composite, ladite éprouvette ayant été impactée à l'aide d'un obus à extrémité sphérique, conformément à la norme AITM 1.0010 Edition 2 de Juin 1994.

L'impact, de diamètre 13 mm, de la figure 1 correspond à une énergie de 6, 8 joules.

On va ainsi obtenir toute une gamme d'empreintes d'impact correspondant à une gamme déterminée d'énergie d'impact, ces empreintes se distinguant entre elles par une intensité de couleur dont la gradation s'observe par la densité et l'étendue des éléments colorés de la trame représentée sur la figure 1.

Ensuite, pour chaque éprouvette, on va expertiser la zone impactée, c'est-à-dire l'examiner à l'aide d'un moyen approprié, tel que rayons X ou ultrasons, afin d'identifier d'éventuels désordres dans les plis sous-jacents à l'empreinte, révélés par une modification de la distribution des contraintes dans la masse de l'éprouvette et dont il résulterait des infléchissements de certains plis, voire des cisaillements inter lamineux créant des délaminages de couches rendant le matériau composite impropre à sa destination.

La figure 1 représente une empreinte d'un impact de 6, 8 joules qui s'est avéré générer des désordres d'une ampleur considérée comme inadmissible. Par suite, le type d'empreinte de la figure sera considérée comme le seuil déclenchant le retrait ou la mise hors service de toute pièce munie d'un film identique à celui de la figure 1 et qui, à l'inspection visuelle, porterait une empreinte d'impact de même intensité de couleur que celle de ladite figure 1.

Si la pièce inspectée présente une empreinte du type de la figure 2, à savoir une trame colorée moins dense que celle de la figure 1, ce sera le signe d'un impact reçu d'énergie (1 joule) inférieure à celle de l'impact de la figure 1, ne rendant pas la pièce impropre à sa destination. Si, au contraire, le contrôle visuel fait apparaître une empreinte du type de la figure 3, à densité colorée plus intense que celle de la figure 1 (correspondant à un impact d'une énergie de 12 joules), la pièce a fortiori sera à rebuter ou remplacer.

Les films PRESSUREX® sont disponibles commercialement sous forme d'une gamme de produits de diverses « sensibilités » à la pression, par exemple film « Low » utilisable dans la plage 25-100 bars, « Medium »

utilisable dans la plage 100-500 bars et « High » utilisable dans la plage 500-1300 bars.

On choisira le type de film approprié à la nature de la pièce à contrôler, c'est-à-dire en sorte que l'énergie d'impact limite que puisse supporter la pièce
5 sans endommagement rédhibitoire se situe à l'intérieur de la plage de « sensibilité » à la pression dudit film.

Des essais d'étalonnage effectués sur des pièces en vraie grandeur ou sur des morceaux de ces pièces s'avérant généralement coûteux, on recourra de préférence à des essais d'étalonnage sur des éprouvettes de dimensions
10 réduites représentatives de la pièce à surveiller, par exemple par une modélisation en vue d'obtenir des éprouvettes de même rigidité de poinçonnement que la zone à étudier de la pièce réelle.

Il est à noter par ailleurs que des essais ont montré que le film PRESSUREX® est particulièrement stable à la température en ce sens que la
15 réponse du film à la même énergie d'impact reste inchangée sous différentes températures.

C'est ainsi qu'un échantillon de film ayant séjourné environ 45 minutes à 70°C et un échantillon conservé à température ambiante ont donné, en réponse à une même énergie d'impact, une empreinte dont les trames colorées
20 étaient substantiellement identiques. Enfin, une telle stabilité s'observe également dans le temps. C'est ainsi qu'un film ayant reçu préalablement un impact calibré a été exposé à une température de 130°C pendant 1 heure sans qu'une altération de la trame colorée consécutive à l'impact ne soit constatée.

25 Le procédé de contrôle de pièces selon l'invention est fiable et adapté à des conditions d'emploi complexes.

Il permet par un simple contrôle visuel périodique ou non des pièces à surveiller de s'assurer à tout moment si la pièce en question est dans un état d'intégrité ou au contraire a subi un ou des impacts dont le caractère
30 dommageable ou non est instantanément apprécié, quel que soit le temps écoulé entre le ou les impacts et l'instant de contrôle et que la température

ambiante avant ou après lesdits impacts ait varié ou non, même substantiellement.

Le procédé de l'invention s'applique à une grande diversité de pièces structurales composites et en particulier aux réservoirs structuraux composites pour application spatiale tels que les réservoirs de gaz ou liquide à haute pression utilisés dans les lanceurs spatiaux, de forme sphérique, cylindro-sphérique, cylindro-elliptiques ou toriques, constitués d'une enveloppe interne étanche métallique ou en matière plastique sur laquelle sont bobinées des fibres pré-imprégnées de résine.

REVENDICATIONS

1. Procédé d'évaluation à des fins de contrôle des conséquences d'un impact sur une pièce en matériau composite structurale, notamment d'un impact à faible vitesse et à faible énergie, dans lequel on revêt la pièce à surveiller d'un film du type à changement de couleur sous l'effet d'une pression et dont l'intensité de la couleur obtenue sous un impact est
5 directement reliée à l'énergie du choc reçu, caractérisé en ce qu'avant application du film sur la pièce :

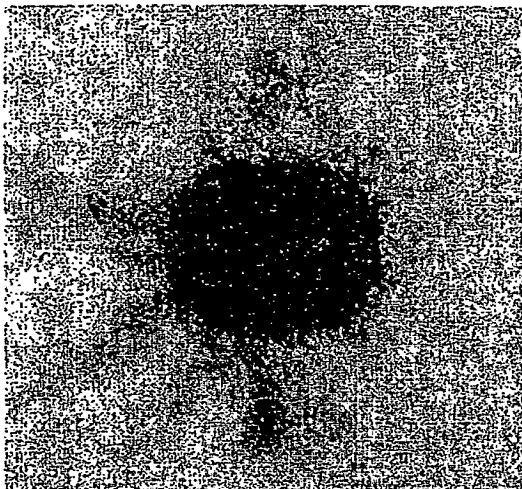
- on étalonne le film par essais d'impact sur des pièces témoins identiques à ladite pièce, ou des éprouvettes représentatives de
10 cette dernière, revêtues dudit film, afin d'établir une relation entre l'énergie du choc et la modification d'aspect du film,
- on expertise les zones des pièces témoins ou éprouvettes ainsi impactées par un moyen de qualification approprié du type à rayons X, à ultrasons ou autre, afin de corréliser lesdites
15 modifications d'aspect et la nature et l'étendue des éventuels désordres structuraux des couches sous-jacentes de la zone impactée,
- et on établit une échelle de correspondances permettant de qualifier à volonté un aspect déterminé comme seuil limite
20 d'acceptation de la pièce considérée.

2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le film à changement de couleur sous l'effet d'une pression est un film comprenant une matrice dans laquelle sont noyées des micro-capsules ou analogues susceptibles de se briser sous l'effet d'un seuil de contrainte déterminé.

25 3. Procédé suivant la revendication 2, caractérisé en ce que ledit film est le film dénommé commercialement PRESSUREX®, disponible sous diverses plages de sensibilité à la pression, la plage de pression appropriée étant choisie en sorte que l'énergie d'impact limite acceptable pour la pièce à surveiller se situe à l'intérieur de ladite plage de pression.

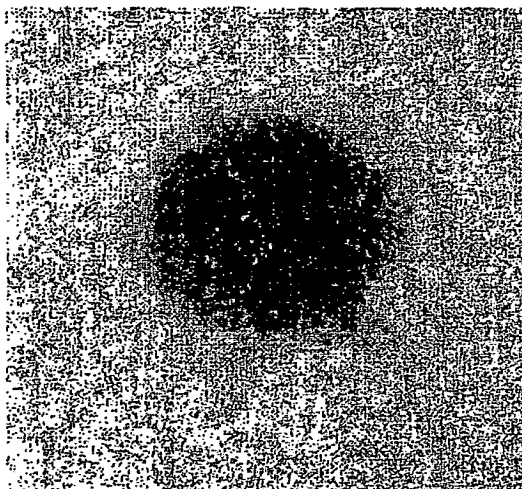
4. Application du procédé selon l'une des revendications 1 à 3, à des réservoirs de gaz ou liquide à haute pression pour lanceurs spatiaux, constitués d'une enveloppe interne étanche métallique ou en matière plastique sur laquelle sont bobinées des fibres pré-imprégnées de résine.

1/1



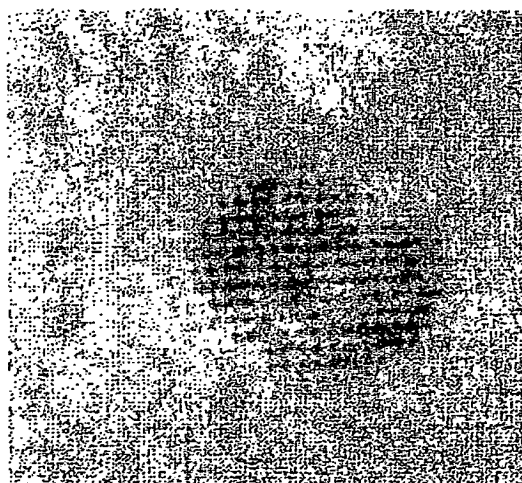
12 Joules

FIGURE 3



6,8 Joules

FIGURE 1



1 Joule

FIGURE 2

BEST AVAILABLE COPY

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR2004/050442A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G01L1/24 G01N21/88

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 G01L G01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|--|-----------------------|
| X | EP 0 538 580 A (DEUTSCHE AEROSPACE ; BASF AG (DE)) 28 April 1993 (1993-04-28) column 1, line 36 - line 39 column 1, line 44 - line 46 column 2, line 29 - line 44 ----- | 1-3 |
| X | GB 2 107 213 A (BAJ VICKERS LTD) 27 April 1983 (1983-04-27) page 1, line 3 - line 10 page 1, line 30 - line 47 page 1, line 65 - line 71 page 1, line 109 - line 115 ----- | 1-4 |
| X | US 2002/129658 A1 (RIDER CRISTIN) 19 September 2002 (2002-09-19) paragraph '0006! paragraph '0012! paragraph '0013! ----- -/-- | 1-3 |

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 February 2005

Date of mailing of the international search report

16/03/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Verdoodt, E

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR2004/050442

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| A | HOFFMANN K ET AL: "EDV-UNTERSTUETZTE AUSWERTUNG VON FLAECHENPRESSUNGMESSUNGEN MIT FUJI-DMF AN KRANBAHNEN COMPUTER AIDED EVALUATION OF PRESSURE MEASUREMENTS ON CRANE RUNWAYS BY MEANS OF FUJI PRESCALE FILM" FORTSCHRITT-BERICHTS VDI, XX, XX, no. 679, 1988, pages 367-379, XP001094852 page 373, last paragraph - page 374, last paragraph | 1-3 |
| A | GB 2 194 062 A (BRITISH AEROSPACE) 24 February 1988 (1988-02-24) cited in the application page 2, line 11 - line 16 page 2, line 25 - line 39 | 1-4 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR2004/050442

| Patent document cited in search report | | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|----|---------------------|--------------------------------|--------------------------|
| EP 0538580 | A | 28-04-1993 | DE 4134816 A1 EP 0538580 A1 | 13-05-1993 28-04-1993 |
| GB 2107213 | A | 27-04-1983 | NONE | |
| US 2002129658 | A1 | 19-09-2002 | NONE | |
| GB 2194062 | A | 24-02-1988 | NONE | |

BEST AVAILABLE COPY

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No

PCT/FR2004/050442

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 G01L 1/24 G01N21/88

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 G01L G01N

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

| Catégorie ° | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents | no. des revendications visées |
|-------------|--|-------------------------------|
| X | EP 0 538 580 A (DEUTSCHE AEROSPACE ; BASF AG (DE)) 28 avril 1993 (1993-04-28) colonne 1, ligne 36 - ligne 39 colonne 1, ligne 44 - ligne 46 colonne 2, ligne 29 - ligne 44 | 1-3 |
| X | GB 2 107 213 A (BAJ VICKERS LTD) 27 avril 1983 (1983-04-27) page 1, ligne 3 - ligne 10 page 1, ligne 30 - ligne 47 page 1, ligne 65 - ligne 71 page 1, ligne 109 - ligne 115 | 1-4 |
| X | US 2002/129658 A1 (RIDER CRISTIN) 19 septembre 2002 (2002-09-19) alinéa '0006! alinéa '0012! alinéa '0013! | 1-3 |

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

° Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

T document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

X document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

Y document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

Z document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

28 février 2005

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

16/03/2005

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Verdoodt, E

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

| Catégorie * | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents | no. des revendications visées |
|-------------|--|-------------------------------|
| A | HOFFMANN K ET AL: "EDV-UNTERSTUETZTE AUSWERTUNG VON FLAECHENPRESSUNGMESSUNGEN MIT FUJI-DMF AN KRANBAHNEN COMPUTER AIDED EVALUATION OF PRESSURE MEASUREMENTS ON CRANE RUNWAYS BY MEANS OF FUJI PRESCALE FILM" FORTSCHRITT-BERICHT E VDI, XX, XX, no. 679, 1988, pages 367-379, XP001094852 page 373, dernier alinéa - page 374, dernier alinéa | 1-3 |
| A | GB 2 194 062 A (BRITISH AEROSPACE) 24 février 1988 (1988-02-24) cité dans la demande page 2, ligne 11 - ligne 16 page 2, ligne 25 - ligne 39 | 1-4 |

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale No

PCT/FR2004/050442

| Document brevet cité au rapport de recherche | | Date de publication | Membre(s) de la famille de brevet(s) | Date de publication |
|---|----|------------------------|---|------------------------|
| EP 0538580 | A | 28-04-1993 | DE 4134816 A1 | 13-05-1993 |
| | | | EP 0538580 A1 | 28-04-1993 |
| GB 2107213 | A | 27-04-1983 | AUCUN | |
| US 2002129658 | A1 | 19-09-2002 | AUCUN | |
| GB 2194062 | A | 24-02-1988 | AUCUN | |

BEST AVAILABLE COPY